



①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 100 51 528 A 1**

⑲ Aktenzeichen: 100 51 528.2
⑳ Anmeldetag: 17. 10. 2000
㉑ Offenlegungstag: 2. 5. 2002

⑤① Int. Cl.⁷:
F 21 S 2/00
F 21 S 4/00
F 21 V 23/06
H 05 B 37/02
// (F21S 2/00, F21Y
101:02)

DE 100 51 528 A 1

⑦① Anmelder:
Vossloh-Schwabe Elektronik GmbH, 73660 Urbach,
DE

⑦④ Vertreter:
Rüger und Kollegen, 73728 Esslingen

⑦② Erfinder:
Lindner, Mathias, 73337 Bad Überkingen, DE

⑤⑤ Entgegenhaltungen:
DE 198 37 224 A1
DE 29 50 399 A1
DE 298 09 093 U1
DE 200 07 495 U1
DE 87 08 648 U1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤④ **Modulares Beleuchtungssystem**

⑤⑦ Zur Schaffung eines Beleuchtungssystems ist ein Betriebsgerät vorgesehen, das einen Steuereingang und einen Stromausgang aufweist. An dem Steuereingang und dem Stromausgang sind Leuchtmodule anschließbar, die in Kette miteinander verbunden werden können. Jedes Leuchtmodul ist vorzugsweise mit einer Kodierungseinrichtung RC versehen, die mit anderen Kodierungseinrichtungen anderer Leuchtmodule in Reihe oder parallel schaltbar ist. Auf diese Weise wird an dem Steuereingang ein einheitliches von den Kodierungseinrichtungen RC der Leuchtmodule kumulativ bereitgestelltes Signal erzeugt, das den Betriebsstrom einstellt, so dass das Betriebsgerät unabhängig von der Anzahl der angeschlossenen Leuchtmodule jeweils den richtigen Betriebsstrom erzeugt.

DE 100 51 528 A 1

[0001] Die Erfindung betrifft eine Beleuchtungseinrichtung, insbesondere zur Raumbeleuchtung.

[0002] Außer herkömmlichen Glühlampen finden zunehmend Lichtquellen zur Raumbeleuchtung Anwendung, die ein gesondertes Betriebsgerät zur Spannungs- oder Stromversorgung benötigen. Die verwendeten Lichtquellen haben häufig eine nichtlineare Strom/Spannungs-Kennlinie. Gewünschte Arbeitspunkte sind auf dieser Kennlinie relativ präzise einzuhalten, um die gewünschte Lichtausbeute und Lebensdauer der Lichtquelle zu erreichen.

[0003] Die zum Betrieb solcher Lichtquellen erforderlichen Betriebsgeräte müssen somit an den Typ der betreffenden Lichtquelle jeweils angepasst sein. Sollen von einem Betriebsgerät mehrere Lichtquellen betrieben werden, muss das Betriebsgerät entsprechend eingerichtet sein. Dies schränkt die Gestaltungsmöglichkeiten auf der Anwenderseite ein.

[0004] Davon ausgehend ist es Aufgabe der Erfindung, eine Beleuchtungseinrichtung zu schaffen, die auf einfache Weise an unterschiedliche Gegebenheiten anpassbar ist.

[0005] Diese Aufgabe wird mit einer Beleuchtungseinrichtung nach Anspruch 1 gelöst.

[0006] Zu der erfindungsgemäßen Beleuchtungseinrichtung gehört eine Versorgungseinrichtung, die das Betriebsgerät für anzuschließende Leuchtmodule bildet. Dieses Betriebsgerät weist wenigstens einen Leistungsausgang zum Anschluss von wenigstens einem Leuchtmodul auf. Außerdem ist ein Signaleingang vorgesehen. Ein an diesem Signaleingang anliegendes Signal bestimmt den an dem Leistungsausgang gelieferten Strom oder die an diesem gelieferte Spannung. Zur Festlegung des Stroms oder der Spannung oder der Leistung, d. h. zur Erzeugung des Steuersignals für den Signaleingang dient eine Codiereinrichtung, die Teil der Lichtquelle, des Leuchtmoduls oder einer gesonderten Komponente sein kann. Die Codiereinrichtung ist somit von dem Betriebsgerät getrennt. Durch die Trennung von Betriebsgerät und Codiereinrichtung kann ein Betriebsgerät für unterschiedliche Anwendungsfälle genutzt werden. Durch die Codiereinrichtung ist es möglich, mit ein- und demselben Betriebsgerät wahlweise lediglich ein Leuchtmodul, mehrere Leuchtmodule, ein leistungsstarkes Leuchtmodul, mehrere leistungsstarke Leuchtmodule oder lediglich ein leistungsschwaches Leuchtmodul zu betreiben.

[0007] Vorzugsweise ist die Codiereinrichtung Teil des Leuchtmoduls. Das Betriebsgerät beliefert dann das angeschlossene Leuchtmodul automatisch mit den von der Codiereinrichtung festgelegten Strom bzw. der festgelegten Spannung. Ein Fehlanschluss, der zur Zerstörung oder Beschädigung des Betriebsgeräts oder des Leuchtmoduls führen könnte, ist somit nicht zu befürchten. Die feste Zuordnung zwischen dem Leuchtmodul und der Codiereinrichtung verhindert dies.

[0008] Jedes Leuchtmodul weist vorzugsweise mehrere Lichtquellen auf. Dies können bspw. Leuchtdioden sein. Bevorzugt werden weiße Leuchtdioden, die zu Beleuchtungszwecken gut einsetzbar sind. Bedarfsweise können auch farbige Leuchtdioden vorgesehen werden, wobei diese so angeordnet und von ihrer Farbe her so ausgewählt sein können, dass in der Summe weißes Licht entsteht. Somit sind auch solche Leuchtmodule zu Beleuchtungszwecken geeignet. Die Leuchtdioden sind vorzugsweise in Reihe geschaltet, um mit Betriebsspannungen zwischen 10 und 42, vorzugsweise um 24 Volt und mit nicht zu großen Strömen arbeiten zu können.

[0009] Die Leuchtmodule sind vorzugsweise aneinander anreihbar ausgebildet. Dies wird erreicht, indem jedes

Leuchtmodul einen Eingang und einen Ausgang aufweist, wobei die Anreihung der Leuchtmodule dadurch erfolgt, dass jeweils ein Eingang eines Leuchtmoduls mit dem Ausgang des in der Reihe der Leuchtmodule vorangehenden Leuchtmoduls verbunden wird. Die an den Ein- und Ausgängen angeordneten Anschlüsse (Kontakte) sind jeweils gleich angeordnet, so dass im angereichten Zustand unmittelbar miteinander verbunden werden können. Mit zunehmender Zahl von Leuchtmodulen entsteht durch die zunehmende Zahl der vorhandenen Codiereinrichtungen auch ein entsprechend geändertes Signal an dem Signaleingang des Betriebsgeräts und somit eine der zunehmenden Zahl der Leuchtmodule entsprechende Betriebsleistung. Auf diese Weise können die Leuchtmodule mit ein- und demselben Betriebsgerät in unterschiedlicher Anzahl jeweils mit der für sie vorgesehenen Einzelleistung betrieben werden.

[0010] Es entsteht ein sehr flexibles Beleuchtungssystem, das bspw. zur Raumbeleuchtung, zur Vitrinenbeleuchtung sowie zu Signalzwecken oder zu dekorativen Zwecken verwendbar ist.

[0011] Die Leuchtmodule weisen an ihrem Eingang und an ihrem Ausgang jeweils wenigstens einen Bezugspotentialanschluss und einen Betriebsspannungsanschluss auf, so dass alle Leuchtmodule, wenn sie miteinander verbunden sind, parallel geschaltet sind. Die Codiereinrichtung kann zwischen den Betriebsspannungsanschluss und dem Bezugspotentialanschluss wirksam sein. Dies insbesondere, wenn die verwendeten Lichtquellen lediglich eine Stromrichtung nutzen, wie es z. B. bei Leuchtdioden der Fall ist. Das Betriebsgerät fragt die Codiereinrichtung dann bspw. dadurch ab, dass die anliegende Betriebsspannung gelegentlich kurzzeitig umgepolt wird, wodurch die Lichtquellen für eine vorzugsweise unsichtbare kurze Zeit (z. B. 1 ms) verlöschen und die Codiereinrichtung abgefragt wird.

[0012] Alternativ können die Leuchtmodule einen separaten Signalanschluss sowohl am Eingang als auch am Ausgang aufweisen. Die Codiereinrichtung, bspw. ein Widerstandsnetzwerk, ist dann zwischen dem Signalanschluss und dem Bezugspotentialanschluss wirksam. Werden die Leuchtmodule miteinander verbunden, werden somit die Widerstände oder Widerstandsnetzwerke der einzelnen Leuchtmodule automatisch parallel geschaltet, wodurch an dem Signaleingang des Betriebsgeräts mit zunehmender Zahl von Leuchtmodulen ein immer kleiner werdender Widerstandswert erscheint.

[0013] Alternativ können die Widerstände oder Widerstandsnetzwerke zwischen den Eingangs-Signalanschluss und den Ausgangs-Signalanschluss der Leuchtmodule geschaltet sein. Durch Aneinanderreihung der Leuchtmodule werden die Widerstände oder Widerstandsnetzwerke somit miteinander in Reihe geschaltet. Während das Betriebsgerät an ein Ende der von den Leuchtmodulen gebildeten Reihe angeschlossen ist, muss das freie Ende der Leuchtmodulreihe dann durch einen Abschlussstecker abgeschlossen werden, der den Ausgangssignalanschluss mit dem Ausgangsbezugspotentialanschluss verbindet. Dies, um den Signalstrompfad zu schließen. Mit zunehmender Anzahl von Leuchtmodulen wächst hier der an dem Signaleingang des Betriebsgeräts sichtbare Widerstand. Der Nachteil dieser Lösung besteht in der Gefahr, bei Leitungsunterbrechung einen zu großen geforderten Betriebsstrom zu signalisieren. Dem kann entgegengewirkt werden, indem bei Überschreiten eines Widerstands-Maximalwerts die Spannungsversorgung eingestellt (unterbrochen) wird.

[0014] Der Signaleingang des Betriebsgeräts ist zusätzlich als Dimm-Eingang nutzbar. Dies, indem zwischen die Leuchtmodule und das Betriebsgerät ein Dimm-Modul ge-

schaltet wird, der den von den Codiereinrichtungen signalisierten Widerstandswert zweckentsprechend verändert.

[0015] Bedarfsweise kann das Betriebsgerät jedoch auch einen gesonderten Dimm-Eingang aufweisen, der über eine entsprechende Einstelleinrichtung, bspw. ein Potentiometer mit einer Signalspannung zur Helligkeitsregulierung einstellbar ist.

[0016] Die Leuchtmodule können bspw. durch streifenförmige Leiterplatten gebildet sein. Dabei kann eine streifenförmige Leiterplatte mehrere Leuchtmodule beinhalten, die an vorgesehenen Trennstellen voneinander separierbar sind. Es kann auch flexibles Leiterplattenmaterial verwendet werden, so dass die Leuchtmodule auf einem endlosen Leiterplattenstreifen geliefert werden. Dieser kann auf eine Rolle aufgewickelt sein. Bei Bedarf werden dann die gewünschten Längen von dem streifenförmigen Leiterplattenmaterial abgeschnitten. Je nach abgeschnittener Länge wird eine kleinere oder größere Anzahl von Leuchtmodulen erhalten, die miteinander parallel geschaltet sind und dem Betriebsgerät automatisch den erforderlichen Betriebsstrom signalisieren.

[0017] Es ist auch möglich, steife streifenförmige Leiterplatten mit flexiblen Verbindern zu kombinieren und als endlose leporelloartig gefaltete Kette von Leuchtmodulen zu liefern. Bedarfsentsprechend kann von dieser Leuchtmodulkette dann die gewünschte Anzahl Leuchtmodule abgetrennt werden.

[0018] Es ist auch möglich, voneinander getrennte Leuchtmodule durch Steckverbindungsmitel oder andere Verbindungsmittel zusammenzufassen. Bevorzugt werden hier direkte Steckkontakte mit Kontaktflächen auf den Leiterplatten und entsprechenden Federkontakten in den Steckverbindungsmiteln.

[0019] Als Alternative zur Anordnung der Codiereinrichtungen auf (d. h. in, an oder als Bestandteil von) den Leuchtmodulen können die Codiereinrichtungen auch in den Steckverbindungsmiteln untergebracht sein, die als Fassung für die Leuchtmodule wirken. Damit sind auch solche Leuchtmodule in das Beleuchtungssystem eingliederbar, die keine eigenen Codiereinrichtungen aufweisen.

[0020] Als Codiereinrichtung werden vorzugsweise Widerstandsnetzwerke verwendet, die durch eine Reihenschaltung aus einem linearen Widerstand und einem Widerstand mit positiver Temperaturkennlinie gebildet sind. Diese werden von der Betriebstemperatur des betreffenden Leuchtmoduls gesteuert. Erreicht oder überschreitet die Betriebstemperatur einen zulässigen Wert, erreicht der PTC-Widerstand seine Sprungtemperatur und erhöht den Widerstandswert des Codierwiderstands des betreffenden Leuchtmoduls sprunghaft. Dadurch meldet sich das betreffende Leuchtmodul bei dem Betriebsgerät praktisch ab. Entsprechend sinkt der Betriebsstrom.

[0021] Das Betriebsgerät ist vorzugsweise eine Stromquelle, insbesondere eine gehoppelte Stromquelle. Bspw. kann sie als Flusswandler ausgebildet sein. Bevorzugt werden Betriebsgeräte mit Netzspannungsversorgung.

[0022] Einzelheiten bevorzugter Ausführungsformen der Erfindung ergeben sich aus der Zeichnung, der Beschreibung oder Unteransprüchen.

[0023] In der Zeichnung sind Ausführungsbeispiele der Erfindung veranschaulicht. Es zeigen:

[0024] Fig. 1 eine Beleuchtungseinrichtung mit einem Betriebsgerät und mehreren Leuchtmodulen, in schematischer Darstellung als Blockschaltbild,

[0025] Fig. 2 das Betriebsgerät der Beleuchtungseinrichtung nach Fig. 1, in einer schematischen Darstellung,

[0026] Fig. 3 ein Leuchtmodul der Beleuchtungseinrichtung nach Fig. 1, in schematischer Darstellung,

[0027] Fig. 4 ein zwei Leuchtmodule umfassendes Modul,

aufgebaut auf einer streifenförmigen Leiterplatte, in schematischer Darstellung,

[0028] Fig. 5 zwei sich mit ihren Enden gegenüberstehende Leuchtmodule, in ausschnittsweiser Darstellung und in einem vergrößerten Maßstab, in Perspektivdarstellung,

[0029] Fig. 6 zwei durch eine Steckverbindungseinrichtung untereinander verbundene Leuchtmodule, in ausschnittsweiser Schnittdarstellung,

[0030] Fig. 7 eine Steckverbindungseinrichtung zur Verbindung zweier Leuchtmodule mit Codiereinrichtung in der Steckverbindungseinrichtung, in schematisierter Darstellung,

[0031] Fig. 8 eine Beleuchtungseinrichtung mit Dimm-Modul,

[0032] Fig. 9 die Versorgungseinrichtung nach Fig. 2, in einem schematisierten Schaltbild,

[0033] Fig. 10 eine Beleuchtungseinrichtung mit Reihenschaltwiderständen in den Leuchtmodulen, als Codiereinrichtung,

[0034] Fig. 11 eine angewandte Ausführungsform der Beleuchtungseinrichtung als Blockschaltbild,

[0035] Fig. 12 auf flexiblen Leiterplattenband ausgebildete Leuchtmodule, in vereinfachter perspektivischer Darstellung,

[0036] Fig. 13 der porelloartig gefaltete Leuchtmodule, in perspektivischer vereinfachter Darstellung,

[0037] Fig. 14 ein Widerstandsnetzwerk, das als Codiereinrichtung an den Leuchtmodulen oder Steckverbindern Anwendung findet, als Schaltbild, und

[0038] Fig. 15 eine Beleuchtungseinrichtung mit drei Betriebsgeräten und einem Steuergerät zur Lichtfarbensteuerung.

[0039] In Fig. 1 ist eine Beleuchtungseinrichtung 1 veranschaulicht, zu der ein Betriebsgerät 2 und wenigstens ein Leuchtmodul 3, im vorliegenden Ausführungsbeispiel mehrere Leuchtmodule 3, 4, 5, 6 gehören. Die Leuchtmodule 3, 4, 5, 6 sowie weitere möglicherweise zwischen den Leuchtmodulen 5, 6 angeordnete Leuchtmodule sind untereinander durch elektrische Verbindungsmittel 7, 8, 9 verbunden. Sie bilden somit eine Kette. Das in der Kette erste Leuchtmodul 3 ist über ein elektrisches Verbindungsmittel 11 mit dem Betriebsgerät 2 verbunden, das der Stromversorgung der gesamten Kette dient.

[0040] Das Betriebsgerät 2 ist schematisch in Fig. 2 veranschaulicht, während das Leuchtmodul 3 stellvertretend für die prinzipiell gleich aufgebauten anderen Leuchtmodule 4, 5, 6 in Fig. 3 veranschaulicht ist. Wie ersichtlich, weist das Betriebsgerät 2 einen Leistungsausgang 12 auf, zu dem zwei Anschlüsse 14, 15 gehören. Zusätzlich ist ein Signaleingang 16 vorgesehen, der die an dem Leistungsausgang 12 abgegebene elektrische Leistung, die Spannung oder den Strom beeinflusst. Im vorliegenden Ausführungsbeispiel ist das Betriebsgerät 2 als Stromquelle ausgebildet, das an seinem Leistungsausgang 12 einen Betriebsstrom abgibt, der durch ein an dem Signaleingang 16 anliegendes Signal gesteuert wird. Das Betriebsgerät 2 bildet somit aus Sicht der Leuchtmodule 3, 4, 5, 6 eine gesteuerte Stromquelle 17. Seine Versorgungsleistung erhält das Betriebsgerät 2 bspw. aus einem elektrischen Versorgungsnetz, an das es mit seinem Eingang 18 angeschlossen ist.

[0041] Das in Fig. 3 veranschaulichte Leuchtmodul weist mehrere Lichtquellen auf. Als solche dienen Leuchtdioden DL, wobei jedes Leuchtmodul 3, 4, 5, 6 vorzugsweise mehrere Leuchtdioden DL trägt. Die Leuchtdioden DL sind vorzugsweise wenigstens gruppenweise in Reihe geschaltet und in der Reihe gleich gepolt. Im vorliegenden Ausführungsbeispiel nach Fig. 3 sind drei Leuchtdiodengruppen DLG1, DLG2 und DLG3 vorgesehen, die jeweils rote, grüne und

blaue Leuchtdioden enthalten, so dass alle drei Leuchtdiodenreihenschaltungen in der Summe die gleiche Flussspannung aufweisen und parallel geschaltet sind. Die Reihen sind gleich gepolt (Gleichstrombetrieb). Alternativ können die Reihen auch entgegengesetzt gepolt sein (Wechselspannungsbetrieb). Es können auch mehr oder weniger Leuchtdiodengruppen vorgesehen sein. Es ist auch möglich, mit lediglich einer Leuchtdiodengruppe DLG1 auszukommen. Außerdem können anstelle farbiger Leuchtdioden auch weiße Leuchtdioden Anwendung finden. Werden hingegen farbige Leuchtdioden verwendet, werden diese vorzugsweise hinsichtlich ihrer Anzahl und Leuchtkraft so abgestimmt, dass in der Summe weißes Licht entsteht. Wird farbiges Licht gewünscht, kann dies durch Bevorzugung oder ausschließliche Verwendung von Leuchtdioden der gewünschten Farbe erreicht werden.

[0042] Es ist auch möglich, beliebige Mischfarben zu erzeugen, indem jeder Leuchtdiodengrundfarbe (rot, grün und blau) ein eigenes Betriebsgerät zugeordnet wird, wobei über unterschiedliche Dimmung der Farbort und über eine gemeinsame Dimmung die Helligkeit der Mischfarben gesteuert wird. Dazu wird auf Fig. 15 verwiesen, die ein entsprechendes Ausführungsbeispiel veranschaulicht. Das dort vorhandene Leuchtmodul 3 weist eine Bezugspotenzialleitung 33 und drei Betriebsspannungsleitungen 31-r für die roten Leuchtdioden, eine Betriebsspannungsleitung 31-b für die blauen Leuchtdioden und eine Betriebsspannungsleitung 31-g für die grünen Leuchtdioden auf. Außerdem ist ein Codierungswiderstand RC vorgesehen. Im Übrigen entspricht das Modul 3 den vor- oder nachstehend beschriebenen Modulen.

[0043] Für die grünen Leuchtdioden ist ein Betriebsgerät 2-g vorgesehen. Für die blauen Leuchtdioden ist das Betriebsgerät 2-b vorgesehen und zum Betrieb der roten Leuchtdioden dient ein Betriebsgerät 2-r. Jedes Betriebsgerät 2-g, 2-b, 2-r weist einen Dimm-Eingang 61-g, 61-b bzw. 61-r auf, die über ein Steuergerät S steuerbar sind. Dieses ist mit einer Schnittstelle Dimm zum Empfang elektrischer Dimm-Signale ausgerüstet. Außerdem weist es drei Bedienelemente auf, deren Erstes die Gesamthelligkeit steuert, indem es alle Betriebsgeräte 2-g, 2-b, 2-r entsprechend gleichsinnig beeinflusst. Drei weitere Bedienelemente beeinflussen dann lediglich jeweils eins der Betriebsgeräte 2-g, 2-b, 2-r. Dazu ist das Steuergerät S über entsprechende Leitungen mit den Dimm-Eingängen 61-g, 61-b, 61-r verbunden.

[0044] Zur Symmetrierung der Leuchtdiodengruppen DLG1, DLG2 und DLG3 können bei jedem Ausführungsbeispiel bedarfsweise jeder Leuchtdiodengruppe DLG1, DLG2, DLG3 Widerstände RD1, RD2, RD3 in Reihe geschaltet werden.

[0045] Das Leuchtmodul 3 weist einen Eingang 21 und einen Ausgang 22 auf. Zu dem Eingang gehört ein Eingangs-Betriebsspannungsanschluss 23, ein Eingangs-Bezugspotentialanschluss 24 und ein Eingangs-Signalanschluss 25. Zu dem Ausgang 22 gehören ein Ausgangs-Betriebsspannungsanschluss 26, ein Ausgangs-Bezugspotenzialanschluss 27 und ein Ausgangs-Signalanschluss 28. Der Eingangs-Betriebsspannungsanschluss 23 ist über eine Verbindungsleitung 31 mit dem Ausgangs-Betriebsspannungsanschluss 26 verbunden. Der Eingangs-Bezugspotenzialanschluss 24 ist über eine Verbindungsleitung 32 mit dem Ausgangs-Bezugspotenzialanschluss 27 verbunden. Der Eingangs-Signalanschluss 25 ist über eine Verbindungsleitung 33 mit dem Ausgangs-Signalanschluss 28 verbunden.

[0046] Die durch die Diodengruppen DLG1, DLG2, DLG3 gebildeten Leuchtdioden-Reihenschaltungen verbinden jeweils die Verbindungsleitung 31 mit der Verbindungsleitung 32.

[0047] Das Leuchtmodul 3 trägt eine Codiereinrichtung 34, die den von dem Leuchtmodul 3 benötigten Betriebsstrom kennzeichnet. Die Codiereinrichtung 34 wird im vorliegenden Ausführungsbeispiel durch einen Codierungswiderstand RC gebildet, der zwischen die Verbindungsleitung 32 (Bezugspotenzial) und die Verbindungsleitung 33 (Signalleitung) geschaltet ist. Der Widerstandswert des Widerstandselement RC kennzeichnet den dem Modul 3 zugeordneten Betriebsstrom. Ist der Widerstandswert des Widerstandselements RC groß, signalisiert dies einen niedrigen Strom, während ein niedriger Wert des Widerstandselements RC einen hohen Betriebsstrom signalisiert.

[0048] Die Funktion und der Gebrauch der Beleuchtungseinrichtung 1 nach den Fig. 1 bis 3 ist wie folgt:

Wird ein entsprechendes Beleuchtungssystem aufgebaut, ist zunächst das Betriebsgerät 2 und wenigstens ein Leuchtmodul 3 vorzusehen. Zum Anschluss des Leuchtmoduls 3 an das Betriebsgerät 2 werden der Eingangs-Betriebsspannungsanschluss 23 an den Ausgangsanschluss 14, der Eingangs-Bezugspotentialanschluss 24 an den Ausgangsanschluss 15 und der Eingangs-Signalanschluss 25 an den Signaleingang 16 angeschlossen. Die Beleuchtungseinrichtung 1 ist somit in ihrer kleinsten Konfiguration betriebsbereit. Der Codierungswiderstand RC wird an dem Signaleingang 16 des Betriebsgeräts 2 gegen das betriebseigentliche Bezugspotential wirksam, das an dem Anschluss 15 anliegt. Der Widerstandswert wird von dem Betriebsgerät 2 abgefragt, bspw. indem der Codierungswiderstand RC in einen Steuerstromkreis des Betriebsgeräts 2 einbezogen wird. In diesem kann bspw. ein Strom durch den Codierungswiderstand RC geschickt werden und der entstehende Spannungsabfall registriert werden. Alternativ kann eine Spannung angelegt und der sich einstellende Strom überwacht werden. Das Betriebsgerät 2 stellt nun einen dem Widerstandswert des Widerstandselements RC zugeordneten Strom zwischen seinen Ausgängen 14, 15 bereit. Die Leuchtdioden DL werden somit von einer Stromquelle gespeist. Die Symmetrierungswiderstände RD1, RD2, RD3 haben hier keine strombegrenzende Funktion. Sie können bedarfsweise auch entfallen.

[0049] Sollen die weiteren Leuchtmodule 4, 5, 6 angeschlossen werden, erfolgt dies nach dem Schema gemäß Fig. 1. Das Leuchtmodul 4, das prinzipiell gleich mit dem in Fig. 3 veranschaulichten Leuchtmodul 3 aufgebaut ist, wird mit seinem entsprechenden Eingang 21 an den Ausgang 22 angeschlossen und zwar, indem jeweils die einander unmittelbar gegenüberliegenden Betriebsspannungsanschlüsse 23, 26 wie auch die einander unmittelbar gegenüberliegenden Bezugspotenzialanschlüsse 24, 27 und die einander unmittelbar gegenüberliegenden Signalanschlüsse 25, 28 miteinander verbunden werden. Auf diese Weise sind die Leuchtdioden DL der beiden Leuchtmodule 3, 4 parallel an die von dem Betriebsgerät 2 gebildete Stromquelle angeschlossen. Diese muss nun einen entsprechend höheren Strom liefern. Die Codierungswiderstände RC der beiden Leuchtmodule 3, 4 sind durch die genannte Zusammenschaltung parallel zueinander geschaltet. Es ergibt sich somit ein entsprechend niedrigerer Widerstandswert an dem Signaleingang 16, was einen entsprechend höheren gewünschten Betriebsstrom signalisiert und abfordert. Ist der Widerstandswert gegenüber dem Widerstandswert lediglich eines Leuchtmoduls 3 halbiert, verdoppelt sich der Betriebsstrom. Der Betriebsstrom des Betriebsgeräts 2 ist somit umgekehrt proportional zu dem an dem Signaleingang 16 gegen das Bezugspotenzial wirksamen Widerstandswert.

[0050] Weitere Leuchtmodule 5, 6 werden auf gleiche Weise angeschlossen, so dass die gesamte aus den Leuchtmodulen 3, 4, 5, 6 gebildete Kette von dem Betriebsgerät 2

mit Betriebsstrom versorgt wird. Die Größe des Betriebsstroms entspricht der Summe der von den einzelnen Leuchtmodulen 3, 4, 5, 6 geforderten Betriebsströme. Der Strom stellt sich durch die Codierung und Parallelschaltung der Codierungswiderstände automatisch ein. Es können auch Leuchtmodule 3, 4, 5, 6 unterschiedlicher Größe und unterschiedlichem Betriebsstrombedarfs miteinander verbunden werden, was in Fig. 1 durch die kleinere Darstellung des Leuchtmoduls 6 veranschaulicht ist. Das Leuchtmodul 6 weist dann einen Codierungswiderstand mit einem gegenüber den anderen Leuchtmodulen 3, 4, 5 höheren Widerstandswert auf.

[0051] Eine mögliche räumliche Ausbildung von Leuchtmodulen 3, 4 veranschaulicht Fig. 4. Die Leuchtmodule 3, 4 sind auf einer gemeinsamen streifenförmigen Leiterplatte 36 ausgebildet. An ihren Schmalseiten weist dieser Doppel-Leuchtmodul 3, 4 seinen Eingang 21 und seinen Ausgang 22 auf. Die Anschlüsse 23 bis 28 sind als Leiterstreifen zur Ausbildung von direkten Steckverbindern ausgebildet. Eben solche Leiterstreifen sind in der Mitte der streifenförmigen Leiterplatte als Anschlüsse 23 bis 28 ausgebildet. Hier ist eine Sollbruchstelle 37 (mögliche Trennstelle) vorgesehen, bei der die Leuchtmodule 3, 4 mittels einer geeigneten Schere, einer Säge oder einer anderen Trenneinrichtung voneinander getrennt werden können. Ist eine entsprechende Schwächung, bspw. durch Kerben oder eine Lochreihe vorgesehen, können die Leuchtmodule 3, 4 hier auch voneinander getrennt werden, indem der Leiterplattenstreifen an der Trennstelle 37 gebrochen wird.

[0052] Fig. 5 veranschaulicht die getrennte Leiterplatte 36 und somit den Ausgang 22 und den Eingang 21 der Leuchtmodule 3, 4. Die Verbindung kann mit einem Verbindungsmodul 38 erfolgen, wie er in Fig. 6 veranschaulicht ist. Dieser wird bspw. durch einen Kunststoffkörper 39 mit einem Innenraum 40 gebildet, indem drei voneinander elektrisch isolierte und federnde Kontaktklemmen 41 angeordnet sind. Die Federkontaktklemmen 41 weisen jeweils einen federnden Abschnitt für den Ausgang 22 und einen federnden Abschnitt für den Eingang 21 auf, um diese sicher zu kontaktieren, wenn sie in den Innenraum 40 eingeschoben sind.

[0053] Die streifenförmige Leiterplatte 36 (Fig. 4) trägt drei durchgehende Leiterzüge, die die Verbindungsleitungen 31, 32, 33 bilden. Dabei sind die betriebsstromführenden Verbindungsleitungen 31, 32 jeweils außen angeordnet. Die als Signalleitung dienende Verbindungsleitung 33 ist mittig angeordnet.

[0054] Die Leuchtdioden DL, im vorliegenden Ausführungsbeispiel jeweils lediglich in einer Gruppe DLG1 sortiert, sind in einer Reihe mittig auf der Leiterplatte 36 angeordnet und in Reihe geschaltet. Bedarfsweise können mehrere solcher Reihen auf einem Leuchtmodul 3, 4 angeordnet werden, wodurch dieser auch länger ausgebildet sein kann. Werden niedrigere Betriebsspannungen gewünscht, kann die dargestellte Leuchtdiodenreihenschaltung DLG1 auch in Einzelgruppen DLG1, DLG2, DLG3 (Fig. 3) aufgeteilt werden. Die Leuchtdioden DL sind äquidistant angeordnet. Dies insbesondere auch in der Nähe des Eingangs 21 und des Ausgangs, so dass an der vorgesehenen Unterbrechungsstelle 37 kein anderer Abstand zwischen den benachbarten Leuchtdioden DL vorgesehen ist, als zwischen den übrigen, im jeweiligen Leuchtmodul 3, 4 innenliegenden Leuchtdioden.

[0055] Sowohl auf dem Leuchtmodul 3 als auch auf dem Leuchtmodul 4 ist etwa mittig der Codierungswiderstand RC als Bauelement eingelötet, das die Signalleitung (Verbindungsleitung 33) mit der Bezugspotentialleitung (Verbindungsleitung 33) verbindet.

[0056] Anstelle eines einzelnen Widerstandsbauelements kann gemäß Fig. 14 ein Widerstandsnetzwerk Anwendung finden. Dies kann bspw. durch eine Reihenschaltung eines Festwiderstands R1 und eines temperaturabhängigen Widerstands PTC gebildet sein. Der Widerstand PTC hat eine positive Temperaturcharakteristik, d. h. sein Widerstandswert nimmt mit zunehmender Temperatur zu. Hier kann eine nichtlineare Kennlinie vorhanden sein, die bei einer bestimmten Temperatur (Sprungtemperatur) einen starken Widerstandsanstieg zeigt.

[0057] Dies hat zur Folge, dass bei Überschreitung einer Grenztemperatur an dem Leuchtmodul 3 durch das betreffende Leuchtmodul 3 signalisiert wird, dass kein Strom benötigt wird. Das Betriebsgerät 2 reduziert dann entsprechend seinen Betriebsstrom.

[0058] Wie aus Fig. 8 ersichtlich, kann der Signaleingang 16 des Betriebsgeräts 2 zugleich als Dimm-Eingang genutzt werden. Dazu ist ein Dimm-Modul 44 zwischen dem Eingang 21 des in der Reihe ersten Leuchtmoduls 3 und das Betriebsgerät geschaltet. Das Dimm-Modul 44 weist einen Eingang 45 mit drei Anschlüssen 46, 47, 48 und einen Ausgang 49 mit drei Anschlüssen 51, 52, 53 auf. Der Betriebsstrom führende Anschluss 46 ist mit dem Anschluss 51 niederohmig verbunden. Gleiches gilt für die Anschlüsse 48, 53. Die Anschlüsse 47, 52 sind jedoch der Signalleitung und somit dem Signaleingang 16 zugeordnet. Zwischen die Anschlüsse 47, 52 ist ein Potentiometer 54 geschaltet, dass von dem Widerstandswert Null auf höhere Widerstandswerte hin verstellbar ist. Wird der Widerstandswert Null eingestellt, erhalten die Leuchtmodule 3, 4, 5, 6 ihren vollen Betriebsstrom und leuchten somit mit maximaler Helligkeit. Wird das Potentiometer 54 zu höheren Widerstandswerten hin verstellt, reduziert sich entsprechend der Betriebsstrom, d. h. die Leuchtdioden DL leuchten weniger hell, bis sie bei hohen Widerstandswerten schließlich möglicherweise ganz verlöschen.

[0059] Bei den vorstehenden Ausführungsformen sind die Codierungswiderstände RC Teil der Leuchtmodule 3, 4, 5, 6. Alternativ können die Codierungswiderstände RC auch in den Verbindungsmodulen 38 angeordnet werden. Dies ist schematisch in Fig. 7 veranschaulicht. Diese Ausführungsform hat den Vorzug, auch Leuchtmodule an das Betriebsgerät 2 anschließen zu können, die keine Codierungswiderstände aufweisen. Bspw. ist dann der entsprechende mit dem eigens ausgewählten Widerstand versehene Steckmodul 38 zwischen dem Betriebsgerät 2 und dem ersten Leuchtmodul 3 angeordnet, an dass die weiteren Leuchtmodule 4, 5, 6 ohne weitere Widerstände in den Steckmodulen 38 angeschlossen sind. Damit kann auch die Signalleitung entfallen.

[0060] Eine mögliche Ausführungsform des Betriebsgeräts 2 ist in Fig. 9 veranschaulicht. Das Betriebsgerät 2 weist einen Eingangsgleichrichter 56 auf, der netzseitig, bspw. durch Wechselstrom gespeist ist. Ausgangsseitig stellt er eine Gleichspannung bereit. Diese wird von einem geeigneten Schalttransistor oder einem anderen elektronischen Schalter 57 unter der Kontrolle einer Ansteuerschaltung 58 zerhackt.

[0061] Die von dem Transistor 57 abgegebene zerhackte Gleichspannung wird vorzugsweise nach dem Flusswandlerprinzip in einen Betriebsstrom für die Leuchtmodule 3, 4, 5, 6 umgesetzt. Dazu dienen wenigstens eine Freilaufdiode DL, ein Transformator, der die Potentialtrennung und die gewünschte Spannungsuntersetzung bewirkt. Sekundärseitig ist an dem Transformator 58 eine Gleichrichterdiode DG angeschlossen. Die Steuereinrichtung 58 erfasst den durch den Transformator 58 fließenden Strom über einen Stromfühlertransformator 59 oder durch Spannungsabgriff über einen Shunt. Sie steuert den Schalttransistor 57 so, dass zwischen

den Klemmen 14, 15 der gewünschte Betriebsstrom fließt, der durch den an dem Steuereingang 16 anliegenden Widerstandswert festgelegt ist.

[0062] Die Steuereinrichtung 58 kann außer dem Steuereingang 16 einen Dinum-Eingang 61 aufweisen. An diesen können dann geeignete Einstellmittel angeschlossen werden. Beispielsweise kann der Steuereingang 61 durch Binär-codes, Binärworte, Spannungen oder Ströme gesteuert werden, was je nach Bedarf vorgesehen werden kann.

[0063] In Fig. 10 ist eine alternative Ausführungsform des Betriebsgeräts 2 und der Leuchtmodule 3, 4 veranschaulicht. Im Unterschied zur vorgeschriebenen Ausführungsform sind die Widerstände RC nicht wie bei der vorgeschriebenen Ausführungsform zwischen die Bezugspotenzialleitung 32 und die Signalleitung 33 geschaltet, sondern sie liegen in Reihe in der Signalleitung 33. Das Betriebsgerät 2 ist hier so beschaffen, dass der Betriebsstrom proportional zu dem an dem Eingang 16 erfassten Widerstandswert wächst. Bei dieser Ausführungsform ist ein Abschlussmodul 64 erforderlich, der an den in der Kette letzten Ausgang 22 angeschlossen ist und die Signalleitung 33 mit der Bezugspotenzialleitung 32 verbindet.

[0064] Eine weitere alternative Ausführungsform ist in Fig. 11 veranschaulicht. Bei dieser Ausführungsform wird die Verbindungsleitung 31, die als Betriebsspannungsleitung dient, zugleich als Signalleitung benutzt. Zwischen die Verbindungsleitung 31 und die Verbindungsleitung 32, die als Bezugspotenzialleitung dient, ist in jedem Leuchtmodul 3, 4 ein hochohmiger Widerstand RC geschaltet, der als Kodierungseinrichtung dient. Sein Widerstandswert ist so hoch, dass kein nennenswerter Strom durch ihn fließt, wenn die Betriebsspannung bzw. der Betriebsstrom in einer Polarität anliegen, bei der die Leuchtdioden DL in Durchlassrichtung gepolt sind. Wird die Betriebsspannung unter die Durchlassspannung der Reihenschaltung der Leuchtdioden abgesenkt oder umgepolt, was das Betriebsgerät 2 von Zeit zu Zeit vornimmt, um die gewünschte Kodierung zu erkennen, wird der zwischen den Klemmen 14, 15 zu messende Widerstand nur durch die Parallelschaltung der hochohmigen Widerstände RC bestimmt, die somit als Signal zur Einstellung des Stroms erkennbar ist. Die Abfrage der Widerstände RC kann sowohl in schneller Folge als auch lediglich gelegentlich erfolgen. Diese Ausführungsform eignet sich insbesondere für Leuchtmodule mit Lichtquellen, deren Kennlinie einen Knick aufweist und die somit eine definierte Flussspannung festlegen, unterhalb derer sie hochohmig sind. Außerdem ist diese Ausführungsform für Lichtquellen mit Ventileigenschaften (Dioden) geeignet.

[0065] Sollen niederohmige Widerstände RC Anwendung finden, sind Entkopplungsdioden DE mit den Widerständen RC in Reihe geschaltet. Diese verhindern einen Stromfluss durch die Widerstände RC während des Betriebs der Leuchtdioden DL und lassen ein Abfragen der Codierungswiderstände nur durch Umpolung der Betriebsspannung zu.

[0066] Die Entkopplungsdioden DE sind entsprechend gepolt, d. h. die sind den Leuchtdioden DL genau entgegengesetzt.

[0067] Eine weitere praktische Ausführungsform der Leuchtmodule 3, 4 ist in Fig. 12 veranschaulicht. Hier sind die Leuchtmodule 3, 4, sowie weitere Leuchtmodule auf einem flexiblen Leiterbahnensträger 66 angeordnet, der bspw. als Rolle 67 geliefert werden kann. Die einzelnen Leuchtmodule 3, 4 sind durch Sollbruchstellen 37 voneinander getrennt. Hier können entsprechende Module abgeschnitten werden.

[0068] Alternativ können Einzelmodule oder Doppelmodule 3, 4, wie in Fig. 4 veranschaulicht, ausgebildet und an ihren Eingängen und Ausgängen 21, 22 über flexible Ver-

bindungsmittel 68, bspw. flexible Leiterplatten miteinander verbunden sein. In diesem Aufbau können die Leuchtmodule 3, 4, 5, 6, sowie weitere Leuchtmodule porcelloartig gefaltet geliefert werden. Bedarfsweise kann dann eine Leuchtmodulkette der gewünschten Länge von dem Vor-konfigurierten bald abgetrennt werden.

[0069] Zur Schaffung eines Beleuchtungssystems ist ein Betriebsgerät 2 vorgesehen, das einen Steuereingang 16 und einen Stromausgang 12 aufweist. An dem Steuereingang 16 und dem Stromausgang 12 sind Leuchtmodule 3, 4, 5, 6 anschließbar, die in Kette miteinander verbunden werden können. Jedes Leuchtmodul 3, 4, 5, 6, ist vorzugsweise mit einer Codierungseinrichtung RC versehen, die mit anderen Kodierungseinrichtung anderer Leuchtmodule in Reihe oder parallel schaltbar ist. Auf diese Weise wird an dem Steuereingang 16 ein einheitliches von den Kodierungseinrichtungen RC der Leuchtmodule 3, 4, 5, 6 kumulativ bereitgestelltes Signal erzeugt, dass den Betriebsstrom einstellt, so dass das Betriebsgerät 2 unabhängig von der Anzahl der angeschlossenen Leuchtmodule 3, 4, 5, 6 jeweils den richtigen Betriebsstrom erzeugt.

Patentansprüche

1. Beleuchtungseinrichtung mit einer Versorgungseinrichtung (2), die zur Bereitstellung von elektrischer Versorgungsleistung einen Leistungsausgang (12) aufweist und die einen Signaleingang (16) aufweist, mit wenigstens einem Leuchtmodul (3), der wenigstens eine Lichtquelle (DL) aufweist, und mit einer Codiereinrichtung (34), die zur Steuerung der Versorgungseinrichtung (2) mit deren Signaleingang (16) verbunden ist.
2. Beleuchtungseinrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Codiereinrichtung (34) auf dem Leuchtmodul (3) angeordnet ist.
3. Beleuchtungseinrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass jedes Leuchtmodul (3, 4) mehrere Lichtquellen (DL) aufweist.
4. Beleuchtungseinrichtung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Lichtquellen (DL) Leuchtdioden sind.
5. Beleuchtungseinrichtung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass wenigstens einige Leuchtdioden (DL) miteinander gleichsinnig in Reihe geschaltet sind.
6. Beleuchtungseinrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass jedes Leuchtmodul (3, 4) einen Eingang (21) und einen Ausgang (22) aufweist, wobei zu dem Eingang (21) ein Eingangs-Betriebsspannungsanschluss (23) und ein Eingangs-Bezugspotenzialanschluss (24) und zu dem Ausgang (22) ein Ausgangs-Betriebsspannungsanschluss (26) und ein Ausgangs-Bezugspotenzialanschluss (27) gehören.
7. Beleuchtungseinrichtung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass zu dem Eingang (21) zusätzlich ein Eingangs-Signalanschluss (25) und zu dem Ausgang (22) zusätzlich ein Ausgangs-Signalanschluss (27) gehören.
8. Beleuchtungseinrichtung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass der Eingangs-Betriebsspannungsanschluss (23) mit dem Ausgangs-Betriebsspannungsanschluss (26), der Eingangs-Bezugspotenzialanschluss (24) mit dem Ausgangs-Bezugspotenzialanschluss (27) und der Eingangs-Signalanschluss (24) mit dem Ausgangs-Signalanschluss (27) verbunden ist.
9. Beleuchtungseinrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass mehrere Leuchtmodule (3, 4) auf

einem gemeinsamen Träger (36, 66) angeordnet sind, der Trennstellen (37) zur bedarfsweisen Vereinzelung der Leuchtmodule (3, 4) aufweist.

10. Beleuchtungseinrichtung nach Anspruch 6 oder 8, dadurch gekennzeichnet, dass der Eingang (21) und der Ausgang (22) der Leuchtmodule (3, 4) jeweils an einander gegenüberliegenden Seiten derselben angeordnet sind.

11. Beleuchtungseinrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Leuchtmodul (3) auf einem Träger (36) angeordnet ist, der durch eine Leiterplatte gebildet ist.

12. Beleuchtungseinrichtung nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass die Leiterplatte eine wenigstens abschnittsweise flexibel ausgebildete Leiterplatte (66) ist.

13. Beleuchtungseinrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Leiterplatte (36) mit weiteren Leiterplatten (36) über flexible Zwischenstücke (68) verbunden und leporelloartig faltbar ist.

14. Beleuchtungseinrichtung nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass die einander gegenüberliegenden Anschlüsse (23–28) des Ausgangs (22) und des Eingangs (21) übereinstimmend angeordnet sind.

15. Beleuchtungseinrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass zu der Beleuchtungseinrichtung (1) Verbindungsmittel (38) zur Verbindung von Leuchtmodulen (3, 4) miteinander gehören.

16. Beleuchtungseinrichtung nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, dass die Verbindungsmittel (38) Steckverbindungsmittel sind.

17. Beleuchtungseinrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Codiereinrichtung (34) in oder an dem Steckverbindungsmittel (38) angeordnet ist.

18. Beleuchtungseinrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Codiereinrichtung (34) jeweils wenigstens einen Widerstandswert aufweist, der für den Strombedarf des Leuchtmoduls (3, 4) kennzeichnend ist.

19. Beleuchtungseinrichtung nach Anspruch 6 und 18, dadurch gekennzeichnet, dass der Widerstandswert von einem Widerstandsbauelement (RC) oder einem Widerstandsnetzwerk (R1, PTC) festgelegt ist, das sowohl mit dem Eingangs-Signalanschluss (25) als auch mit dem Ausgangs-Signalanschluss (28) verbunden ist.

20. Beleuchtungseinrichtung nach Anspruch 19, dadurch gekennzeichnet, dass das Widerstandsbauelement (RC) oder das Widerstandsnetzwerk (R1, PTC) zwischen eine Signal-Verbindungsleitung (33), die den Eingangs-Signalanschluss (25) mit dem Ausgangs-Signalanschluss (28) verbindet, und eine Bezugspotenzial-Verbindungsleitung (32) geschaltet ist, die den Eingangs-Bezugspotenzialanschluss (24) und den Ausgangs-Bezugspotenzialanschluss (27) miteinander verbindet.

21. Beleuchtungseinrichtung nach Anspruch 19, dadurch gekennzeichnet, dass das Widerstandsbauelement (RC) oder das Widerstandsnetzwerk (R1, PTC) den Eingangs-Signalanschluss (24) und den Ausgangs-Signalanschluss (27) miteinander verbindet.

22. Beleuchtungseinrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Versorgungseinrichtung (2) als Stromquelle ausgebildet ist und an ihrem Leistungsausgang (12) einen Strom abgibt, dessen Größe von einem Signal abhängt, das von den Codiereinrichtungen (34) der Leuchtmodule (3, 4) erzeugt ist.

23. Beleuchtungseinrichtung nach Anspruch 1, da-

durch gekennzeichnet, dass das der Signaleingang (16) mit einer Abfrageeinrichtung (58) verbunden ist, die Teil der Versorgungseinrichtung (2) ist, wobei die Abfrageeinrichtung (58) eine permanente Abfrage der Codiereinrichtungen (34) vornimmt.

24. Beleuchtungseinrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Lichtquelle (DL) derart beschaltet oder ausgebildet ist, dass Betriebsstrom in lediglich einer Richtung durch die Lichtquelle (DL) fließt, während die andere Stromrichtung der Abfrage der Codiereinrichtung (34) dient.

Hierzu 5 Seite(n) Zeichnungen

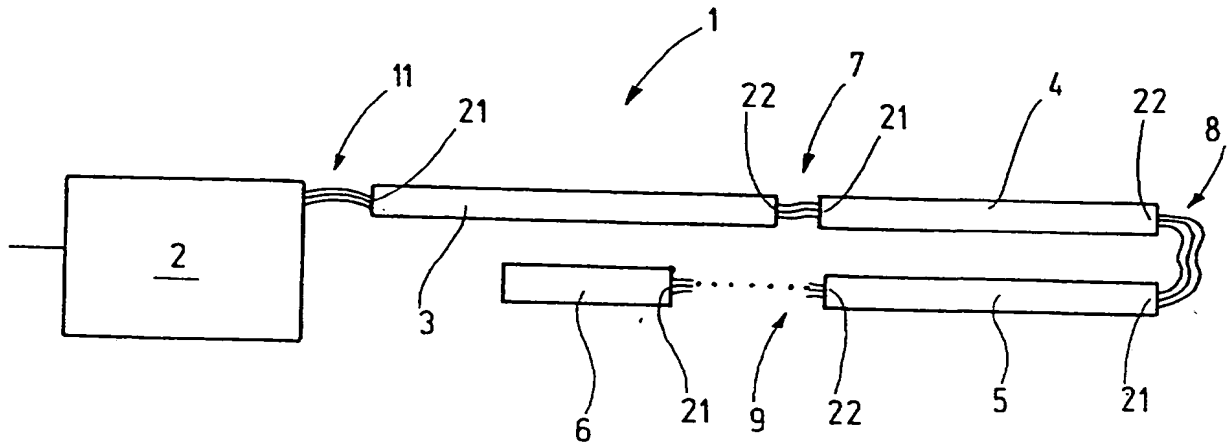


Fig.1

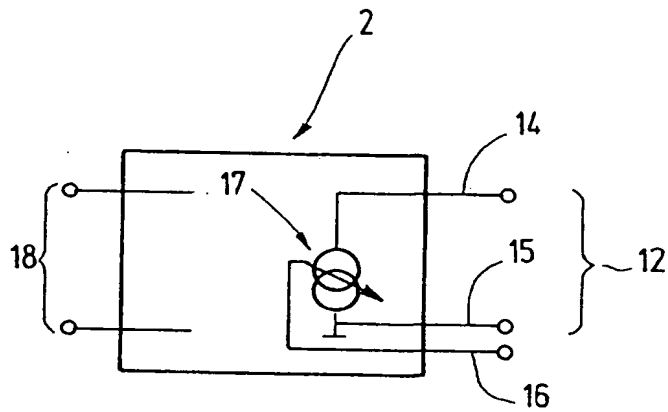


Fig.2

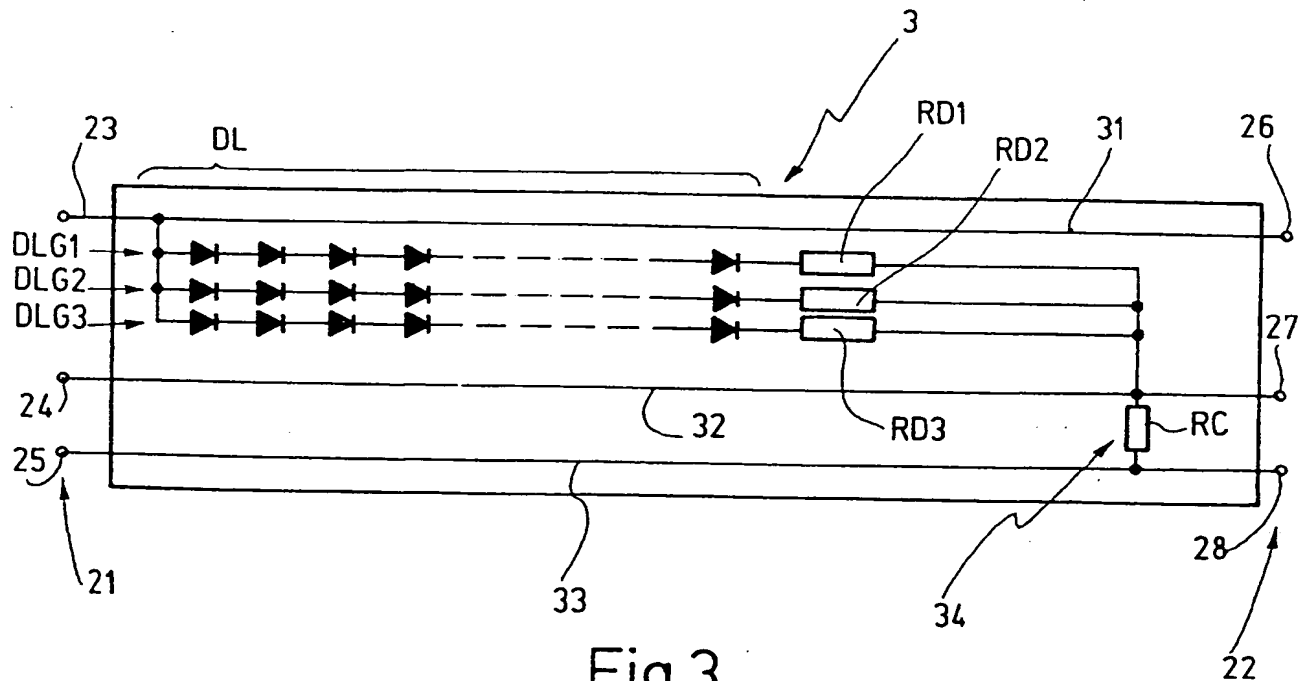
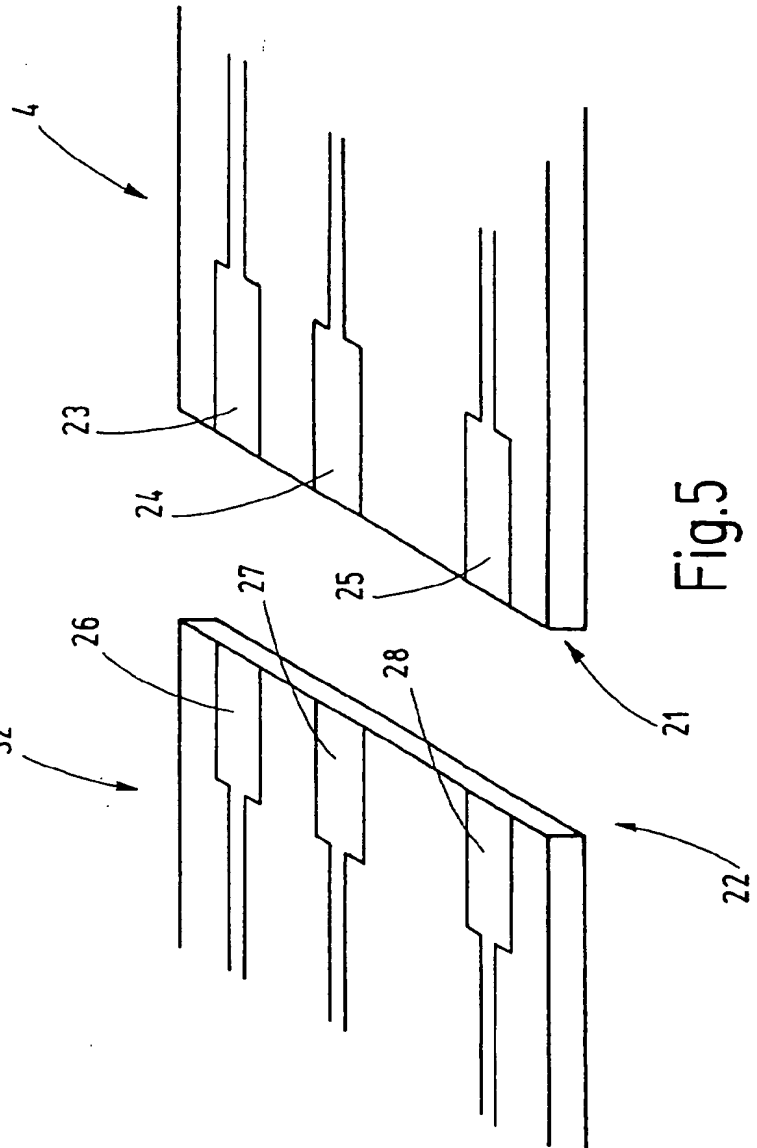
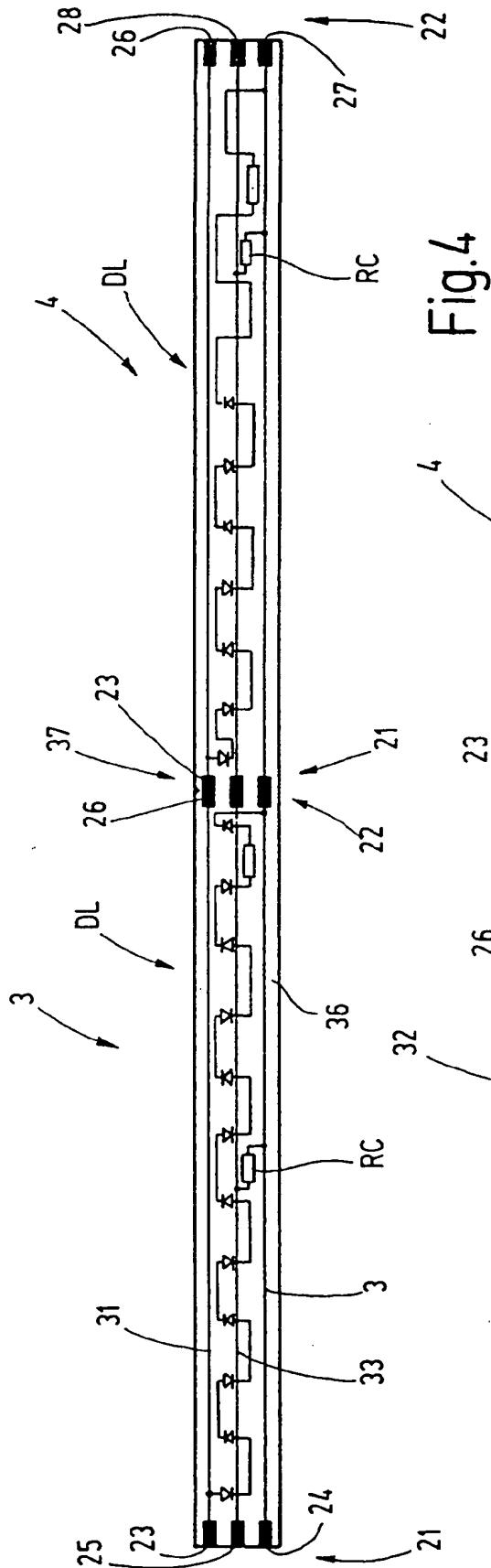


Fig.3



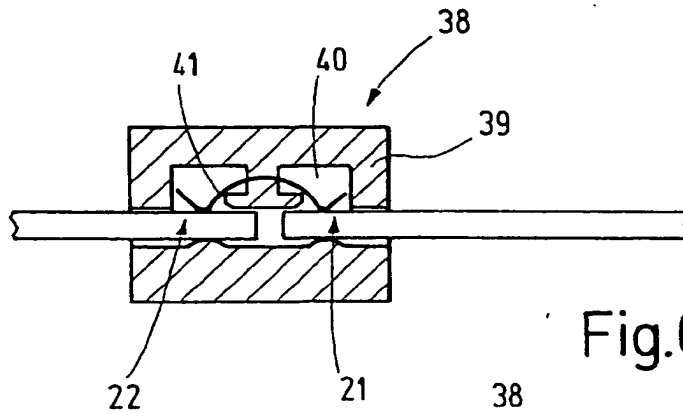


Fig. 6

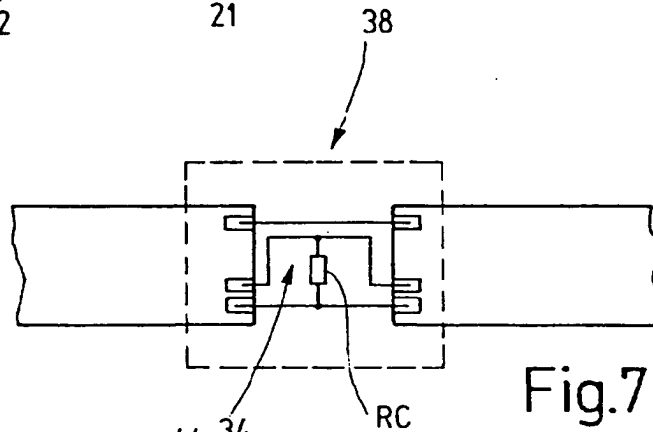


Fig. 7

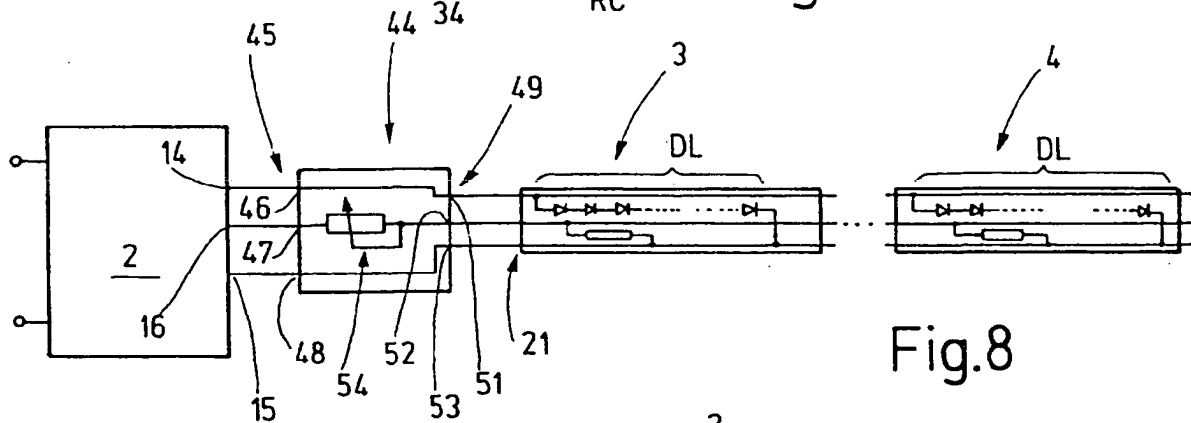


Fig. 8

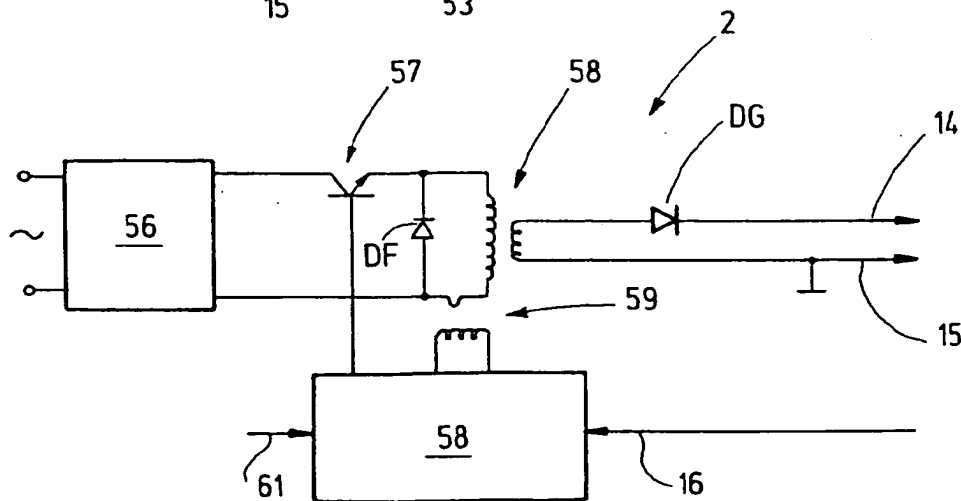
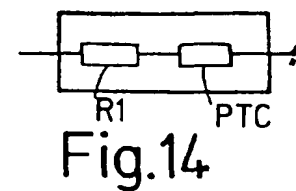
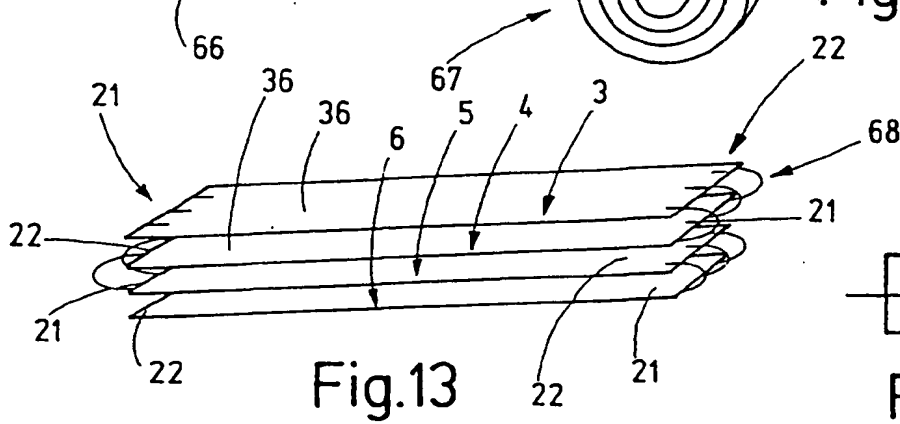
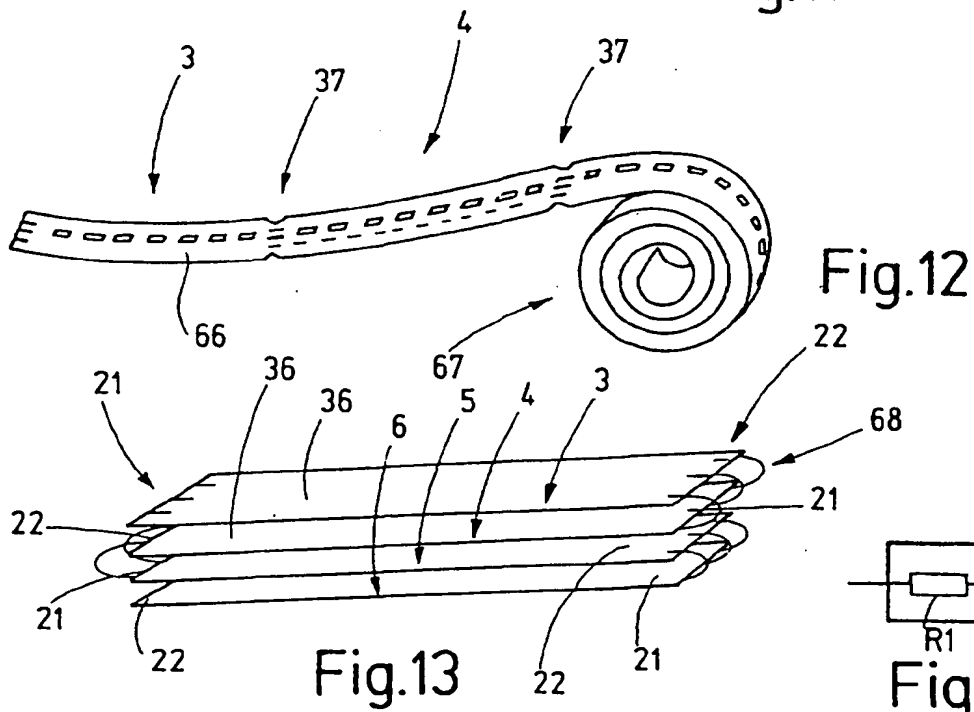
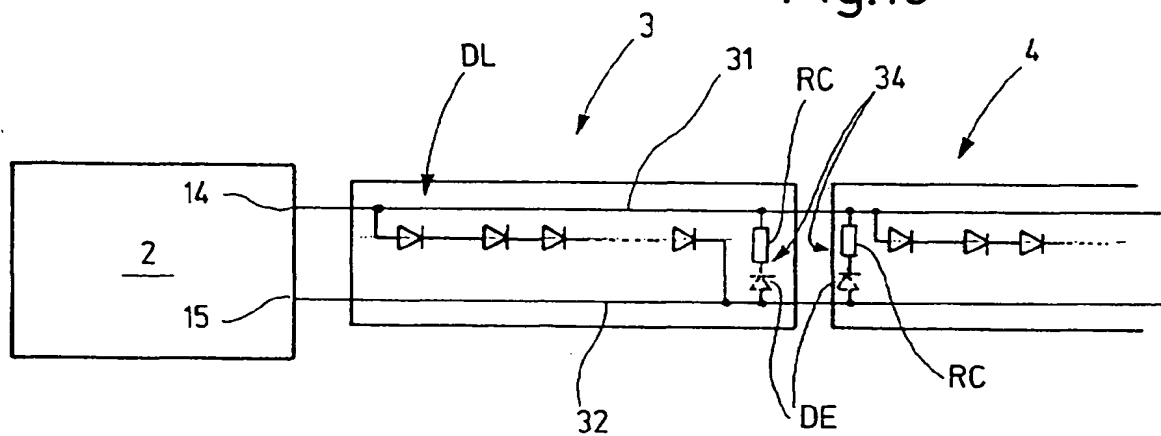
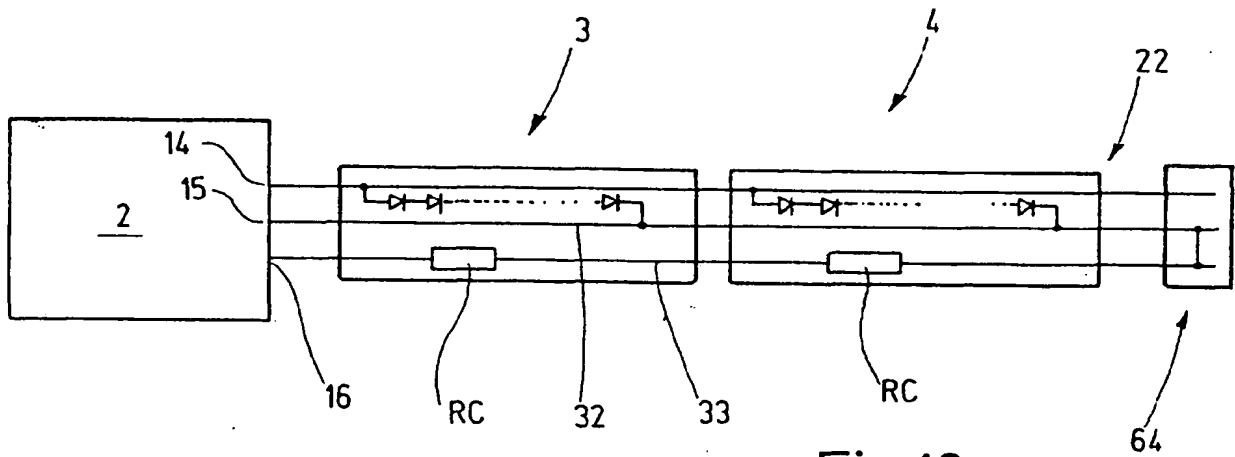


Fig. 9



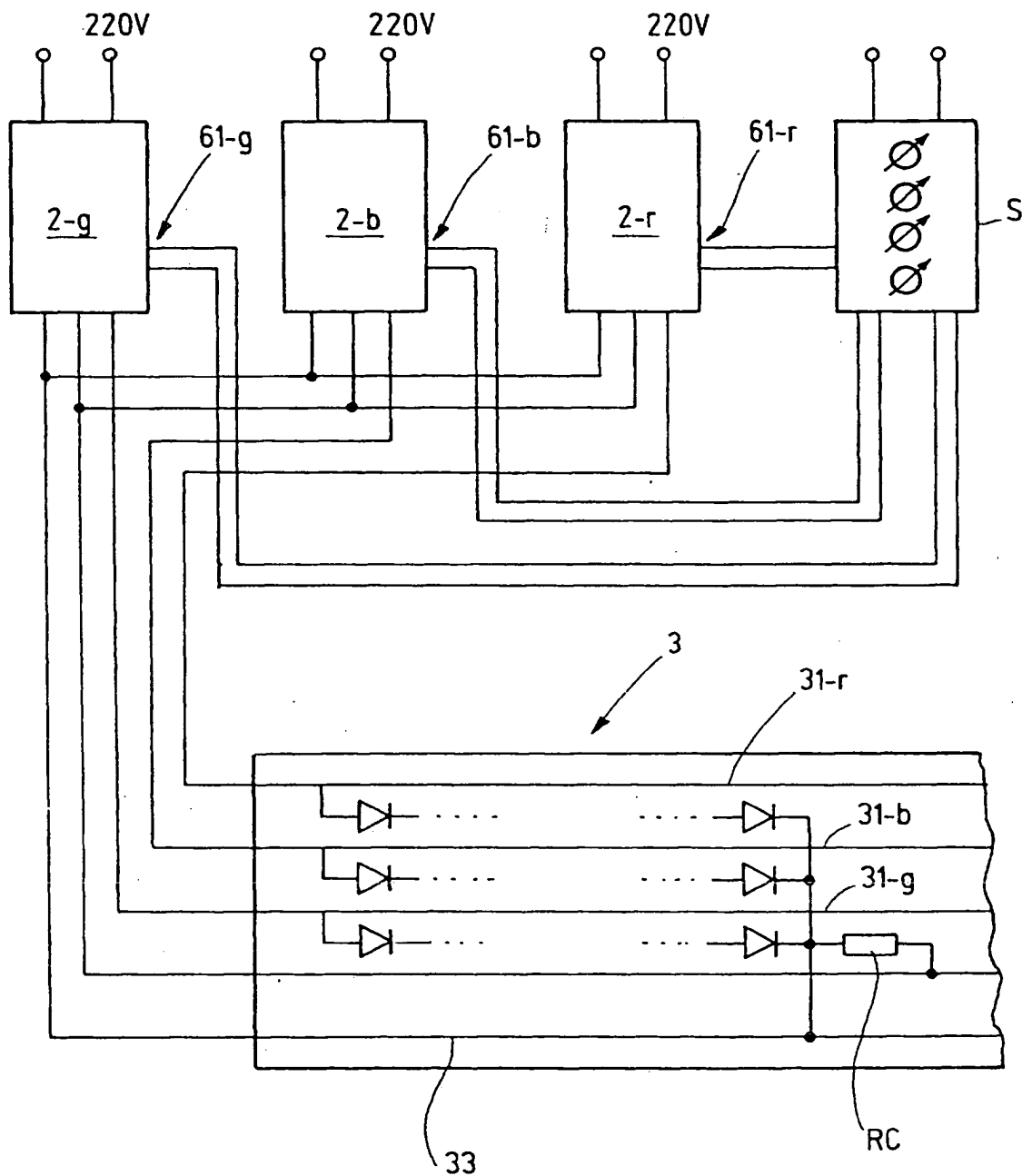


Fig.15